

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-193844
 (43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl. G02B 6/24
 G02B 6/40

(21)Application number : 11-267232 (71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO LTD
 (22)Date of filing : 21.09.1999 (72)Inventor : YAMADA ATSUSHI

(30)Priority

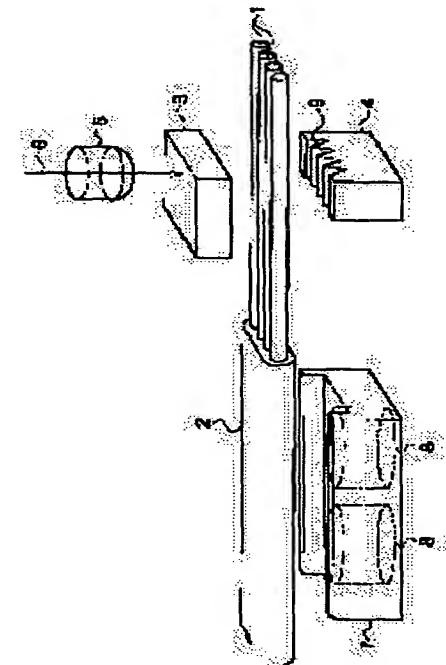
Priority number : 10316850 Priority date : 20.10.1998 Priority country : JP

(54) MANUFACTURE OF OPTICAL FIBER ARRAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method of an optical fiber array capable of reducing the manufacturing cost without degrading the accuracy of the intervals of arrangement in optical fiber strands.

SOLUTION: This manufacturing method of an optical fiber array comprises a process in which a plurality of optical fiber strands 1 are arranged using an optical fiber strand arranging jig 4, a process in which a flat member 3 is brought into contact with each arranged optical fiber strand, each optical fiber strand 1 is temporarily fixed to the flat member by a direct or indirect fixing means while holding each optical fiber strand by the optical fiber strand arranging jig 4 and the flat member 3, and the optical fiber strands 1 are separated from the optical fiber strand arranging jig 4, and a process in which the flat member 3 to be exposed between an outer circumferential surface of each temporarily fixed optical fiber strand 1 and the optical fiber strands 1 is covered by an uncured material, the material is cured, and each optical fiber strand is fixed to the flat member 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-193844

(P2000-193844A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl.⁷

G 02 B 6/24
6/40

識別記号

F I

G 02 B 6/24
6/40

マークコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-267232

(22) 出願日 平成11年9月21日 (1999.9.21)

(31) 優先権主張番号 特願平10-316850

(32) 優先日 平成10年10月20日 (1998.10.20)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 山田 厚

東京都青梅市末広町1丁目6番1号 住友

金属鉱山株式会社電子事業本部内

(74) 代理人 100095223

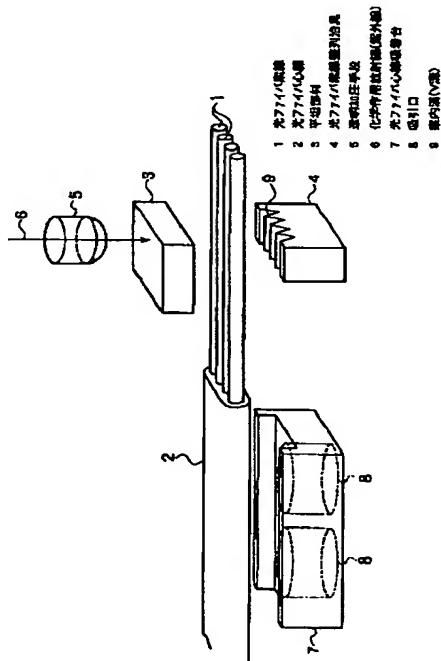
弁理士 上田 章三

(54) 【発明の名称】 光ファイバアレイの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバ素線における整列間隔の精度を低下させずに製造コストの低減が図れる光ファイバアレイの製造方法を提供する。

【解決手段】 光ファイバ素線整列治具4を用いて複数の光ファイバ素線1を整列させる工程、整列された各光ファイバ素線に対し平坦部材3を接触させかつ光ファイバ素線整列治具と平坦部材3とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により平坦部材上に各光ファイバ素線を仮固着させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程、仮固着された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出する平坦部材3を未硬化の材料にて被覆しつつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記平坦部材3上に固着させる工程を具備することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法において、

所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の光ファイバ素線を整列させる工程と、

上記光ファイバ素線整列治具により整列された各光ファイバ素線に対しアレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記アレイ本体の平坦面上に各光ファイバ素線を仮固着させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、

上記アレイ本体の平坦面上に仮固着された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記アレイ本体の平坦面上に固着させる工程、を具備することを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【請求項2】所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法において、

所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の光ファイバ素線を整列させる工程と、

上記光ファイバ素線整列治具により整列された各光ファイバ素線に対しアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に各光ファイバ素線を仮固着させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、

上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に仮固着された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着させる工程と、

上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着された各光ファイバ素線に対し未硬化の材料を介し平坦部材若しくはアレイ本体の平坦面を重ね合せかつ上記材料を硬化させてアレイ本体の平坦面と平坦部材とを一体化する工程、を具備することを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【請求項3】所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に

上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法において、

所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の第一光ファイバ素線を整列させる工程と、

上記光ファイバ素線整列治具により整列された各第一光ファイバ素線に対し第一アレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具と第一アレイ本体の平坦面とで各第一光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記第一アレイ本体の平坦面上に各第一光ファイバ素線を仮固着させた後、第一光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、

上記第一アレイ本体の平坦面上に仮固着された各第一光ファイバ素線の外周面と第一光ファイバ素線間から露出する第一アレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各第一光ファイバ素線を上記第一アレイ本体の平坦面上に固着させる工程と、

同様に、上記光ファイバ素線整列治具若しくは同一構造の別の光ファイバ素線整列治具を用いて複数の第二光ファイバ素線を整列させる工程と、

光ファイバ素線整列治具により整列された各第二光ファイバ素線に対し第二アレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具と第二アレイ本体の平坦面とで各第二光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記第二アレイ本体の平坦面上に各第二光ファイバ素線を仮固着させた後、第二光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、

上記第二アレイ本体の平坦面上に仮固着された各第二光ファイバ素線の外周面と第二光ファイバ素線間から露出する第二アレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各第二光ファイバ素線を上記第二アレイ本体の平坦面上に固着させる工程と、

各第一光ファイバ素線が第二アレイ本体における各第二光ファイバ素線間の中心位置にそれぞれ配置され、また、各第二光ファイバ素線が第一アレイ本体における各第一光ファイバ素線間の中心位置にそれぞれ配置されるように未硬化の材料を介し上記第一アレイ本体と第二アレイ本体とを重ね合せると共に、上記材料を硬化させて第一アレイ本体と第二アレイ本体とを一体化する工程、を具備することを特徴とする光ファイバアレイの製造方法。

【請求項4】上記直接的固着手段が、陽極接合、拡散接合、融解接合のいずれかの方法であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光ファイバアレイの製造方法。

【請求項5】上記間接的固着手段が、化学作用放射線により硬化する樹脂材料、低融点ガラス若しくはシリカゾルを用いた方法であることを特徴とする請求項1～3の

いずれかに記載の光ファイバアレイの製造方法。

【請求項6】上記樹脂材料内にガラス纖維若しくはガラス粉、カーボン纖維、鉱物粉から選択されたフィラーが添加されていることを特徴とする請求項5記載の光ファイバアレイの製造方法。

【請求項7】上記光ファイバ素線が仮固着されるアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材が粗面処理されていることを特徴とする請求項5または6記載の光ファイバアレイの製造方法。

【請求項8】各光ファイバ素線をアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着させる材料が、化学作用放射線により硬化する樹脂材料若しくはシリカゾルであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光ファイバアレイの製造方法。

【請求項9】上記樹脂材料内にガラス纖維若しくはガラス粉、カーボン纖維、鉱物粉から選択されたフィラーが添加されていることを特徴とする請求項8記載の光ファイバアレイの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子（例えば、光回路基板上の光ファイバ列、光導波路列若しくは光学素子等）と上記光ファイバ素線との光学的および機械的結合作業を容易にさせる光ファイバアレイの製造方法に係り、特に、光ファイバ素線における整列間隔の精度を低下させずに光ファイバ素線案内部材の組み込みを省略させて製造コストの低減が図れる光ファイバアレイの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の光ファイバアレイにおいて上記光ファイバ素線の整列間隔は高精度に設定され、対応する整列間隔で配列された光回路基板上の光ファイバ列や光導波路列等と容易に位置整合および光学的結合ができるようになっている。

【0003】そして、従来の光ファイバアレイにおいては、光ファイバ素線の整列間隔を高精度に設定するための光ファイバ素線案内部材が光ファイバアレイの構成部材として組み込まれており、この光ファイバ素線案内部材として、従来、図25(A)に示すV溝部材aと図26に示すキャビラリ部材b等が知られている。

【0004】すなわち、上記V溝部材aは、複数の断面略V字形状溝(V溝)a1が長さ方向に亘りその一面に形成されて成るものである。そして、図25(B)に示すように上記V溝部材aの各V溝a1内に光ファイバ素線cをそれぞれ収容し、かつ、上方から押さえ板dを押し付けることにより光ファイバ素線cがV溝a1両側斜面に拘束されて光ファイバ素線cの固定位置が設定されるものである。

【0005】そして、同一寸法のV溝a1を一定間隔で複数形成しておくことにより、複数の光ファイバ素線cを一定間隔で整列させることが可能となる。尚、上記光ファイバ素線（外被が剥されて露出した光ファイバ自体すなわちコアとクラッドで構成されたものを光ファイバ素線と称するが、狭義には光ファイバ心線の先端側外被が剥されて露出した部位を称する）cとV溝部材a、押さえ板dの間隙に接着剤を充填しあつ固化することにより図25(C)に示すような構造の光ファイバアレイeが得られる。

【0006】他方、キャビラリ部材bは、図26に示すように光ファイバ素線の外形より僅か（通常、1～2μm）に大きな内径を持つ細長い孔b1を複数備えている。そして、各孔b1内に光ファイバ素線をそれぞれ挿入することによって光ファイバ素線の固定位置が概略設定される。また、光ファイバ素線と孔b1の間隙には接着剤が充填されるが、この接着剤の表面張力の作用により光ファイバ素線は孔b1の略中心に配置される傾向があり、かつ、充填された接着剤を固化させることにより光ファイバ素線がキャビラリ部材bに固定される。尚、光ファイバ素線とキャビラリ部材bにおける孔b1の壁面とは上記接着剤の存在により必ずしも接触しないが、上述したように充填された接着剤の表面張力の作用により光ファイバ素線は孔b1の略中心に配置される傾向があることから光ファイバ素線の固定位置を設定するのは孔b1の壁面である。従って、中心間隔が一定の孔b1を複数形成しておけば、複数の光ファイバ素線を一定間隔で整列させることができるとなる。

【0007】ところで、上記V溝部材aやキャビラリ部材b等の光ファイバ素線案内部材には高い寸法精度（通常、1μm以下）が要求されるため、光ファイバ素線案内部材の製造コストは高いものとなる。そして、従来の光ファイバアレイにおいては上記光ファイバ素線案内部材が構成部材として組み込まれていることから、その分、光ファイバアレイも高額となる問題があった。

【0008】この問題を解消するため、上記V溝部材aやキャビラリ部材b等に代えて断面略L字形状の2枚の板状部材f1、f2(図27参照)を用いてこの板状部材f1、f2間に光ファイバ素線cを拘束させたり、断面略L字形状のL形フェルールとこのL形フェルールの2つの面に平行な2枚の平板を用いて光ファイバcを拘束させる方法(特開平7-168047号公報参照)も開発されている。

【0009】しかし、これ等の方法では、光ファイバ素線の整列間隔は光ファイバ素線の直径により決定されるため整列間隔を自由に設定できない欠点があり、かつ、光ファイバ素線の直径に寸法バラツキがあるとそのバラツキが累積して両端側近くの光ファイバ素線の固定位置を大きく左右してしまう欠点を有しており、光ファイバ素線における整列間隔の精度を低下させずに製造コスト

の低減が図れる方法ではなかった。

【0010】これに対し、V溝部材aやキャビラリ部材b等の光ファイバ素線案内部材が組み込まれる光ファイバアレイにおいては、各光ファイバ素線は個別に固定されるため固定位置の誤差が複数の光ファイバ素線に亘って累積することが無い。

【0011】従って、光ファイバ素線における整列間隔の精度を高く設定するには、現在のところ上述したV溝部材aやキャビラリ部材b等の光ファイバ素線案内部材を構成部材として組み込まざるを得ないため、依然として光ファイバアレイの低コスト化が図れない問題を有していた。

【0012】このような技術的背景の下、近年、高額な光ファイバ素線案内部材を組むことなく光ファイバ素線の配列が高精度に行なえる光ファイバアレイの製造方法が提案されている（特開平6-11625号公報参照）。

【0013】すなわち、この製造方法は、図28(A)に示すように上面に等ピッチで複数のV溝が形成された光ファイバ心線整列台gと、上面に等ピッチで複数のV溝が形成された光ファイバ素線整列台（図29参照）hと、この光ファイバ素線整列台hのV溝に嵌入する台形突部を有する押え板iとを配置し、上記光ファイバ心線整列台gのV溝内に光ファイバ心線（光ケーブルjの最外被j1が剥されて露出した部位すなわち心線用外被j2で被覆された部位を光ファイバ心線と称する）kの先端部を挿入して光ファイバ心線kを並列に並べた状態で支持し、かつ、上記光ファイバ素線整列台hのV溝内に光ファイバ素線（狭義の光ファイバ素線で光ファイバ心線kの心線用外被j2が剥されて露出した部位をいう）mの先端部を挿入して光ファイバ素線mを並列に並べた状態で支持すると共に、上記押え板iを光ファイバ素線整列台hにセットして光ファイバ素線mの浮き上がりを防止した後、光ファイバ素線mと光ファイバ心線kの外周面に接着剤nを塗布する。

【0014】次に、図28(B)に示すように光ファイバ素線mの下部に平坦面pが位置しかつ光ファイバ心線kの下部に角形溝qが位置するように下板（図30参照）rをセットし、かつ、上記上記光ファイバ素線mの上部に平坦面pが位置しかつ光ファイバ心線kの上部に角形溝qが位置するように上板（図30参照）sをセットして、上記光ファイバ素線mを上板sと下板rとで挟持し、この状態で上記接着剤nを硬化させて上板sと下板rとを接着させた後、一体化された上板sと下板rから露出する接着剤nと光ファイバ素線mを取り除いて図28(C)に示すような光ファイバアレイtを得る方法であった。

【0015】そして、この製造方法によれば、上記光ファイバ素線mの整列を光ファイバ心線整列台gと光ファイバ素線整列台h並びに押え板iとで行い、かつ、完成

された光ファイバアレイtには光ファイバ素線案内部材が搭載されないため光ファイバアレイの製造コストを大幅に低減することが可能となった。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この製造方法では、以下に述べることが原因となって光ファイバ素線mの整列を高精度に行なえない問題を有しており、特開平7-168047号公報等に記載された方法と同様、光ファイバ素線における整列間隔の精度を低下させずに製造コストの低減が図れる方法ではなかった。

【0017】すなわち、この製造方法においては、図28(A)に示すように光ファイバ素線整列台hと押え板iとで挟持された光ファイバ素線mの部位は高精度に整列されるが（但し、この部位は図28Bに示すように一体化された上板sと下板rから露出する光ファイバ素線mに相当し、上述したように露出する接着剤と共に取り除かれるため光ファイバアレイに組込まれない部位である）、光ファイバ素線整列台hから光ファイバ心線整列台g方向へ離れるに従い光ファイバ素線mは弛んでしまうため、この部位の光ファイバ素線mを高精度に整列させることは困難となる。尚、光ファイバ素線mの弛みを防止するため、光ファイバ心線整列台gと光ファイバ素線整列台h間に光ファイバ素線mにテンションをかける方法が考えられるが、光ファイバ素線mが破損する問題があった。

【0018】また、図28(A)に示すように上記光ファイバ素線mの外周面に接着剤nを塗布すると接着剤nの表面張力によって光ファイバ素線m同士が近接し、また、図28(B)に示すように接着剤nが塗布された光ファイバ素線mの上下側から上板sと下板rを接触させると接着剤nの表面張力によって光ファイバ素線mと上板s若しくは下板rが近接するため、これ等が原因となって光ファイバ素線m間の間隔が変動して光ファイバ素線mにおける高精度の整列は困難となる。

【0019】更に、接着剤nが塗布された光ファイバ素線mの上下側から上板sと下板rを接触させた場合、光ファイバ素線mに対する上板sと下板rの接触圧が僅か相違しただけで光ファイバ素線mの位置が1μm程度移動してしまうため、光ファイバ素線mにおける高精度の整列は困難となる。

【0020】このようなことが原因となって特開平6-11625号公報に記載された光ファイバアレイの製造方法は光ファイバ素線mの整列を高精度に行なえない問題点を有していた。

【0021】本発明はこの様な問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、光ファイバ素線における整列間隔の精度を低下させずに光ファイバ素線案内部材の組み込みを省略させて製造コストの低減が図れる光ファイバアレイの製造方法を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】すなわち、請求項1に係る発明は、所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法を前提とし、所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の光ファイバ素線を整列させる工程と、上記光ファイバ素線整列治具により整列された各光ファイバ素線に対しアレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記アレイ本体の平坦面上に各光ファイバ素線を仮固定させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、上記アレイ本体の平坦面上に仮固定された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記アレイ本体の平坦面上に固着させる工程、を具備することを特徴とする。

【0023】請求項2に係る発明は、所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法を前提とし、所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の光ファイバ素線を整列させる工程と、上記光ファイバ素線整列治具により整列された各光ファイバ素線に対しアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に各光ファイバ素線を仮固定させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に仮固定された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着させる工程と、上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着された各光ファイバ素線に対し未硬化の材料を介し平坦部材若しくはアレイ本体の平坦面を重ね合せかつ上記材料を硬化させてアレイ本体の平坦面と平坦部材とを一体化する工程、を具備することを特徴とする。

【0024】また、請求項3に係る発明は、所定の間隔を介し整列保持された複数の光ファイバ素線を備え、対向して配置された被結合素子に上記光ファイバ素線が結合される光ファイバアレイの製造方法を前提とし、所定の間隔を介し複数の案内溝が長さ方向に亘り形成された光ファイバ素線整列治具を用いて複数の第一光ファイバ素線を整列させる工程と、上記光ファイバ素線整列治具

10

20

30

40

50

により整列された各第一光ファイバ素線に対し第一アレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具と第一アレイ本体の平坦面とで各第一光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記第一アレイ本体の平坦面上に各第一光ファイバ素線を仮固定させた後、第一光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、上記第一アレイ本体の平坦面上に仮固定された各第一光ファイバ素線の外周面と第一光ファイバ素線間から露出する第一アレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各第一光ファイバ素線を上記第一アレイ本体の平坦面上に固着させる工程と、同様に、上記光ファイバ素線整列治具若しくは同一構造の別の光ファイバ素線整列治具を用いて複数の第二光ファイバ素線を整列させる工程と、光ファイバ素線整列治具により整列された各第二光ファイバ素線に対し第二アレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具と第二アレイ本体の平坦面とで各第二光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記第二アレイ本体の平坦面上に各第二光ファイバ素線を仮固定させた後、第二光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程と、上記第二アレイ本体の平坦面上に仮固定された各第二光ファイバ素線の外周面と第二光ファイバ素線間から露出する第二アレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各第二光ファイバ素線を上記第二アレイ本体の平坦面上に固着させる工程と、各第一光ファイバ素線が第二アレイ本体における各第二光ファイバ素線間の中心位置にそれぞれ配置され、また、各第二光ファイバ素線が第一アレイ本体における各第一光ファイバ素線間の中心位置にそれぞれ配置されるように未硬化の材料を介し上記第一アレイ本体と第二アレイ本体とを重ね合せると共に、上記材料を硬化させて第一アレイ本体と第二アレイ本体とを一体化する工程、を具備することを特徴とするものである。

【0025】そして、請求項1記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法によれば、光ファイバ素線整列治具により整列された各光ファイバ素線に対しアレイ本体の平坦面を接触させ、かつ、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面とで各光ファイバ素線を挟持しながら直接的若しくは間接的固着手段により上記アレイ本体の平坦面上に各光ファイバ素線を仮固定させた後、光ファイバ素線と光ファイバ素線整列治具を分離させる工程を具備し、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面とで挟持された部位の光ファイバ素線が光ファイバアレイに組込まれることになるため光ファイバ素線の整列間隔を高い精度で設定することが可能となる。

【0026】また、上記工程の後に、アレイ本体の平坦面上に仮固定された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面を未硬化の材料にて被覆しかつこの材料を硬化させて各光ファイバ

素線を上記アレイ本体の平坦面上に固着させる工程を具備していることから、その後の処理において固着された光ファイバ素線の整列位置が変動することもない。

【0027】更に、上記光ファイバ素線整列治具は構成部材として光ファイバアレイに組込まれず反復使用に供されるため、その分、光ファイバアレイにおける製造コストの大幅な低減を図ることが可能となる。

【0028】次に、請求項2記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法によれば、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材とで挟持された部位の光ファイバ素線が光ファイバアレイに組込まれ、また、請求項3記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法によれば、光ファイバ素線整列治具と第一アレイ本体若しくは第二アレイ本体の平坦面とで挟持された第一光ファイバ素線および第二光ファイバ素線が光ファイバアレイに組込まれることになるため、請求項1に係る発明と同様、光ファイバ素線の整列間隔を高い精度で設定することが可能となる。

【0029】また、請求項2記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法では光ファイバ素線をアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着させ、請求項3記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法では第一光ファイバ素線および第二光ファイバ素線を第一アレイ本体および第二アレイ本体の平坦面上にそれぞれ固着させていたるため、その後の工程でアレイ本体の平坦面と平坦部材を重ね合せる処理を行ない、また、第一アレイ本体と第二アレイ本体を重ね合せる処理を行なっても固着された光ファイバ素線の整列位置が変動することもない。

【0030】更に、請求項2および請求項3記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法においても光ファイバ素線整列治具は構成部材として光ファイバアレイに組込まれず反復使用に供されるため、その分、光ファイバアレイにおける製造コストの大幅な低減を図ることが可能となる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0032】【第一実施の形態】図1は、本発明に係る光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材を示しており、1は光ファイバ素線、2は光ファイバ心線、3は平坦部材、4は光ファイバ素線整列治具、5は透明加圧手段、6は紫外線等の化学作用放射線、7は吸引口8を備えた光ファイバ心線吸着台である。

【0033】尚、上記光ファイバ素線整列治具4は、精密機械加工が可能なセラミック等の素材で構成され、かつ、その一面側に長さ方向に亘り形成された複数(4本)の案内溝(V溝)9を有している。

【0034】まず、図2に示すように光ファイバ心線2を光ファイバ心線吸着台7にセットし、かつ、上記光ファイバ素線1を光ファイバ素線整列治具4の案内溝(V

溝)9内に収容する。尚、この実施の形態においては間接的固着手段を用いて光ファイバ素線1が上記平坦部材3上に仮固着される手法を採っているため、化学作用放射線(紫外線、可視光線、赤外線、電子線等)により硬化する樹脂材料、低融点ガラス若しくはシリカゾル(請求項5)等の接着層10(図13A参照)を上記平坦部材3表面あるいは光ファイバ素線1の外周面に予め形成している。また、上記樹脂材料やシリカゾル等の接着層を形成するには、例えば、流動性の樹脂材料やシリカゾル等の材料をスプレー塗布する方法、滴下後回転により余剰の材料を取り除く方法、滴下後気体噴流により余剰の材料を取り除く方法、刷毛、スポンジ等による塗布方法、シリカゾル、液状の樹脂材料中に浸した後にゆっくり引き上げる方法等が挙げられる。低融点ガラスの形成方法には、例えば、蒸着、スパッタリング、CVD等の気相成長法等が挙げられる。また、低融点ガラス組成物を含む溶液を上述した材料と同一の形成方法により塗布した後、乾燥、焼成により溶媒、反応物を除去し低融点ガラス固体層を得る方法も挙げられる。また、接着層10として樹脂材料が適用された場合、光ファイバ素線や平坦部材あるいはアレイ本体との熱膨張係数差を小さくしつつ樹脂材料の硬化時における収縮を減らすため、上記樹脂材料内にガラス繊維若しくはガラス粉、カーボン繊維、鉱物粉から選択されたフィラーを添加する(請求項6)ことが好ましい。尚、上記フィラーの寸法は1μm以下の微小なものが好ましい。これは、フィラーの寸法が1μmを超えた場合、このフィラーが光ファイバ素線1と平坦部材3との間に介在して光ファイバ素線1の整列精度を劣化させてしまうことがあるからである。また、樹脂材料、シリカゾル等と平坦部材間の接着強度を高めるため、樹脂材料やシリカゾル等の接着層が形成される平坦部材表面を粗面処理(例えば、算術平均粗さRaが0.2μm以上)することが望ましい(請求項7)。

【0035】次に、図3および図13(B)に示すように、上記光ファイバ素線整列治具4により整列された各光ファイバ素線1に対し接着層10が形成された平坦部材3を接触させ、かつ、平坦部材3の背面側から透明加圧手段5で押圧して光ファイバ素線整列治具4と平坦部材3とで光ファイバ素線1を挟持しながら間接的固着手段により上記平坦部材3上に各光ファイバ素線1を仮固着した後、光ファイバ素線1と光ファイバ素線整列治具4とを分離する。尚、間接的固着手段として化学作用放射線により硬化する樹脂材料を用いた場合には、光ファイバ素線整列治具4と平坦部材3とで光ファイバ素線1を挟持している間、上記樹脂材料に対し化学作用放射線が照射されている。また、光ファイバ素線1が光ファイバ素線整列治具4と平坦部材3とで挟持される際、上記接着層10を構成する樹脂材料、シリカゾル等の液材が、圧接する光ファイバ素線1により押出されかつ光フ

アイバ素線1の側面を伝わって光ファイバ素線1側面に接着液の裾が形成される。そして、これが硬化して図13(C)に示すような仮固着補強部11となる。

【0036】次に、図4に示すように、平坦部材3から先端方向へ伸びる光ファイバ素線1上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料(請求項8)等を滴下すると、これ等材料は光ファイバ素線1の表面を伝わって光ファイバ素線1が仮固着された平坦部材3面に充填される。但し、これ等材料の充填方法はこのようない方法に限定されるものではなく任意の塗布方法が利用できる。また、これ等材料としてシリカゾルが適用された場合、ゲル化時における溶剤等の排気を容易にさせるため、図4に示すように平坦部材3に排気用の開口部(一点鎖線で示す12参照)を事前に形成しておくことが望ましい。また、これ等材料として化学作用放射線で硬化する樹脂材料が適用された場合、光ファイバ素線や平坦部材あるいはアレイ本体との熱膨張係数差を小さくしつつ樹脂材料の硬化時における収縮を減らすため、上記樹脂材料内にガラス繊維若しくはガラス粉、カーボン繊維、鉱物粉から選択されたフィラーを添加する(請求項9)ことが好ましい。

【0037】そして、充填するシリカゾル若しくは樹脂材料等の供給量が多い場合には、図14(A)に示すように光ファイバ素線1が仮固着された平坦部材3面上に厚膜の硬化層13が形成され、また、上記供給量が少ない場合には、図15(A)に示すように光ファイバ素線1が仮固着された平坦部材3面上に薄膜の硬化層13が形成される。尚、平坦部材3上に仮固着された光ファイバ素線1は上記硬化層13により平坦部材3上に完全固着されるため、その後の処理において固着された光ファイバ素線1の整列位置が変動することはない。

【0038】次に、図4に示すように適宜方法でアレイ本体14の平坦面15上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等の未硬化材料16を供給し、図5に示すように上記平坦部材3上に固着された各光ファイバ素線1に対しこのアレイ本体14の平坦面15を重ね合せた後、上記未硬化材料16を硬化させて硬化体17としつつアレイ本体14の平坦面15と平坦部材3を一体化する。そして、一体化されたアレイ本体14の平坦面15と平坦部材3先端から外方へ突出する各光ファイバ素線1を除去してこの実施の形態に係る光ファイバアレイ(図14Bおよび図15B参照)は完成する。

【0039】尚、上記硬化層13が薄膜でかつ硬化体17も薄膜の場合、得られる光ファイバアレイにはアレイ本体14の平坦面15と平坦部材3間に図16(A)に示すような空洞100が形成されるが、このような空洞100を有する構造であってもよいし、図16(B)に示すように上記空洞100がシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料18で充填された構造にし

てもよい。

【0040】また、この実施の形態においては光ファイバ素線1を上記平坦部材3上に仮固着させる手法として間接的固着手段が採られているが、上述したシリカゾルや樹脂材料等の接着材料を用いずに平坦部材3と光ファイバ素線1間に電圧を印加して接合させる陽極接合、平坦部材3と光ファイバ素線1を加熱して接合させる拡散接合若しくは融解接合等の直接的固着手段(請求項4)を採用してもよい。

10 【0041】尚、図6は、陽極接合による方法を示した斜視図である。

【0042】すなわち、シリカゾルや樹脂材料等の接着材料を適用することなく平坦部材3と光ファイバ素線1を接触させ、平坦部材3の背面側に電極20を設けると共に光ファイバ素線整列治具4をタンクステン等の導電性材料で構成し、かつ、上記電極20と光ファイバ素線整列治具4間に電圧を印加する。このような処理により光ファイバ素線1を上記平坦部材3上に仮固着させることができ可能となる。

20 【0043】また、図17(A)～(B)と図18(A)～(B)は、直接的固着手段を採用して得られた光ファイバアレイの断面図をそれぞれ示している。

【0044】そして、これ等光ファイバアレイにはシリカゾルや樹脂材料等の接着材料が適用されていないことから、光ファイバ素線1の側面に形成される仮固着補強部11(図13C参照)を備えない構造になっている。

【0045】尚、光ファイバアレイの一部を構成するアレイ本体14や平坦部材3については、ガラス、セラミックス、低膨張金属等が適用される。また、この実施の形態において平坦面15を有するアレイ本体14は図4に示すように単一の部材で構成されているが、ガラス、セラミックス等の矩形状板材の上に平坦面15を形成する別体の平坦面用板材が積層された複数の部材で構成してもよい。

【0046】また、この実施の形態に係る光ファイバアレイにおいては、図5に示すように光ファイバ素線の一方側が光ファイバ列等の被結合素子に結合される構造になっているが、中継器用光ファイバアレイのように光ファイバ素線の両方側が被結合素子に結合される構造のものであってもよい。

40 【0047】図7(A)～(C)は、この中継器用光ファイバアレイの製造工程を示している。

【0048】すなわち、図7(A)に示すように互いに分離された4本の光ファイバ素線(外被を有しないコアとクラッドで構成された光ファイバ素線)1を光ファイバ素線整列治具4の案内溝(V溝)9内にそれぞれ収容して整列させる。

【0049】次に、図7(B)に示すように、上記光ファイバ素線整列治具4により整列された各光ファイバ素線1に対し接着層が形成された第一平坦部材3を接触さ

せ、かつ、第一平坦部材3の背面側から透明加圧手段5で押圧して光ファイバ素線整列治具4と第一平坦部材3とで光ファイバ素線1を挟持しながら間接的固着手段により上記第一平坦部面3上に各光ファイバ素線1を仮固着した後、光ファイバ素線1と光ファイバ素線整列治具4とを分離する。

【0050】次に、第一平坦部材3から外方へ伸びる光ファイバ素線1の一方側上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等を滴下すると、これ等材料は光ファイバ素線1の表面に伝わって光ファイバ素線1が仮固着された第一平坦部材3面に充填され、かつ、これが硬化して各光ファイバ素線1は第一平坦部材3面上に完全固着される。

【0051】次に、適宜方法で第二平坦部材3'上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等の未硬化材料を供給し、図7(C)に示すように第一平坦部材3上に固着された各光ファイバ素線1に対し上記第二平坦部材3'を重ね合せた後、上記未硬化材料を硬化させて硬化体としつつ第一平坦部材3と第二平坦部材3'を一体化する。そして、一体化された第一平坦部材3と第二平坦部材3'先端から外方へ突出する各光ファイバ素線1を除去して中継器用光ファイバアレイは完成する。

【0052】[第二実施の形態] 第一実施の形態に係る光ファイバアレイは、図5および図14(B)、図15(B)に示すように光ファイバ素線1がアレイ本体14の平坦面15と平坦部材3とで挟持される構造になっているが、上記平坦部材3を省略しても光ファイバアレイを構成させることができる。

【0053】図8は、上記平坦部材3が省略された光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材を示しており、1は光ファイバ素線、2は光ファイバ心線、14は平坦面15を有するアレイ本体、4は光ファイバ素線整列治具、5は透明加圧手段、6は紫外線等の化学作用放射線である。

【0054】まず、図9に示すように光ファイバ心線2を図示外の光ファイバ心線吸着台にセットし、かつ、上記光ファイバ素線1を光ファイバ素線整列治具4の案内溝(V溝)9内に収容して整列させる。尚、この実施の形態においても間接的固着手段を用いて光ファイバ素線1が上記平坦面15上に仮固着される手法を探っている。

【0055】次に、図9に示すように、上記光ファイバ素線整列治具4により整列された各光ファイバ素線1に対し接着層が形成されたアレイ本体14の平坦面15を接触させ、かつ、平坦面15の背面側から透明加圧手段5で押圧して光ファイバ素線整列治具4と平坦面15とで光ファイバ素線1を挟持しながら間接的固着手段により上記平坦部面15上に各光ファイバ素線1を仮固着した後、光ファイバ素線1と光ファイバ素線整列治具4と

を分離する。

【0056】次に、各光ファイバ素線1が仮固着された上記平坦部面15上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等を塗布し、かつ、ゲル化あるいは化学作用放射線を照射して厚膜若しくは薄膜の硬化層13を形成した後、上記平坦面15先端から外方へ突出する各光ファイバ素線1を除去してこの実施の形態に係る光ファイバアレイ(図14Aおよび図15A参照)は完成する。

【0057】そして、この実施の形態に係る光ファイバアレイは、図5に示した第一実施の形態に係る光ファイバアレイに較べ平坦部材が省略されている分、製造コストの低減が図れる。但し、平坦部材が存在しない分、機械的強度が若干劣るため、上記光ファイバ素線1を固着させる硬化層13については厚膜にした方が望ましく、かつ、上記硬化層13を樹脂材料で構成する場合には、樹脂材料内にガラス繊維若しくはガラス粉、カーボン繊維、鉱物粉から選択されたフィラーを添加することが好ましい。

【0058】[第三実施の形態] この実施の形態は、第一光ファイバ素線が固着された第一アレイ本体と第二光ファイバ素線が固着された第二アレイ本体とを重ね合わせて光ファイバアレイを製造する方法に関する。

【0059】図10は、この光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材を示しており、51は第一光ファイバ素線、52は第一光ファイバ心線、53は平坦面54を有する第一アレイ本体、55は第一光ファイバ素線整列治具、56は第一透明加圧手段、57は吸引口58を備えた第一光ファイバ心線吸着台であり、また、61は第二光ファイバ素線、62は第二光ファイバ心線、63は平坦面64を有する第二アレイ本体、65は第二光ファイバ素線整列治具、66は第二透明加圧手段、67は吸引口(図示せず)を備えた第二光ファイバ心線吸着台である。

【0060】まず、図11に示すように第一光ファイバ心線52を第一光ファイバ心線吸着台57にセットし、かつ、上記第一光ファイバ素線51を第一光ファイバ素線整列治具55の案内溝(V溝)59内に収容して整列させる。また、同様に、第二光ファイバ心線62を第二光ファイバ心線吸着台67にセットし、かつ、上記第二光ファイバ素線61を第二光ファイバ素線整列治具65の案内溝(V溝)69内に収容して整列させる。尚、この実施の形態においても間接的固着手段を用いて第一光ファイバ素線51と第二光ファイバ素線61が上記平坦面54、64上にそれぞれ仮固着される手法を探っている。

【0061】次に、図11に示すように、上記第一光ファイバ素線整列治具55により整列された各第一光ファイバ素線51に対し接着層が形成された第一アレイ本体53の平坦面54を接触させ、かつ、平坦面54の背面

側から第一透明加圧手段5 6で押圧して第一光ファイバ素線整列治具5 5と平坦面5 4とで第一光ファイバ素線5 1を挟持しながら間接的固着手段により上記平坦部面5 4上に各第一光ファイバ素線5 1を仮固着した後、第一光ファイバ素線5 1と第一光ファイバ素線整列治具5 5とを分離する。同様に、上記第二光ファイバ素線整列治具6 5により整列された各第二光ファイバ素線6 1に対し接着層が形成された第二アレイ本体6 3の平坦面6 4を接触させ、かつ、平坦面6 4の背面側から第二透明加圧手段6 6で押圧して第二光ファイバ素線整列治具6 5と平坦面6 4とで第二光ファイバ素線6 1を挟持しながら間接的固着手段により上記平坦部面6 4上に各第二光ファイバ素線6 1を仮固着した後、第二光ファイバ素線6 1と第二光ファイバ素線整列治具6 5とを分離する。

【0062】次に、図12に示すように、第一アレイ本体5 3の平坦面5 4から先端方向へ伸びる第一光ファイバ素線5 1上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等を滴下すると、これ等材料は第一光ファイバ素線5 1の表面を伝わって第一光ファイバ素線5 1が仮固着された平坦面5 4に充填される。同様に、第二アレイ本体6 3の平坦面6 4から先端方向へ伸びる第二光ファイバ素線6 1上にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等を滴下すると、これ等材料は第二光ファイバ素線6 1の表面を伝わって第二光ファイバ素線6 1が仮固着された平坦面6 4に充填される。但し、これ等材料の充填方法はこのような方法に限定されるものではなく任意の塗布方法が利用できる。また、これ等材料としてシリカゾルが適用された場合、ゲル化時における溶剤等の排気を容易にさせるため、各平坦面5 4、6 4の少なくとも一方に排気用の開口部(図示せず)を事前に形成しておくことが望ましい。

【0063】そして、シリカゾルのゲル化あるいは樹脂材料に化学作用放射線を照射して厚膜若しくは薄膜の硬化層(図19参照)7 0を形成し、かつ、図20に示すように各第一光ファイバ素線5 1が第二アレイ本体6 3における各第二光ファイバ素線6 1間の中心位置にそれぞれ配置され、また、各第二光ファイバ素線6 1が第一アレイ本体5 3における各第一光ファイバ素線5 1間の中心位置にそれぞれ配置されるように上記第一アレイ本体5 3と第二アレイ本体6 3とを重ね合せた後、図21に示すように第一アレイ本体5 3の平坦面5 4と第二アレイ本体6 3の平坦面6 4間にシリカゾルあるいは化学作用放射線で硬化する樹脂材料等の未硬化材料を充填し、かつ、この材料を硬化させて硬化体7 1とし更に第一アレイ本体5 3と第二アレイ本体6 3を一体化する。尚、第一アレイ本体5 3と第二アレイ本体6 3との位置合せは各本体の側面を共通の平面に突き当てて行われている。また、第一アレイ本体5 3と第二アレイ本体6 3の位置合せがなされた場合、各第一光ファイバ素線5 1

が第二光ファイバ素線6 1間の中心位置にそれぞれ配置され、また、各第二光ファイバ素線6 1が第一光ファイバ素線5 1間の中心位置にそれぞれ配置されるよう、仮固着時における第一光ファイバ素線5 1と第二光ファイバ素線6 1の各整列位置が調節されている。

【0064】最後に、一体化された第一アレイ本体5 3の平坦面5 4と第二アレイ本体6 3の平坦面6 4先端から外方へ突出する各第一光ファイバ素線5 1と第二光ファイバ素線6 1を除去して、この実施の形態に係る光ファイバアレイ(図21参照)は完成する。尚、図22は、この実施の形態に係る光ファイバアレイの構成部材である第一アレイ本体5 3と第二アレイ本体6 3の図示を省略して第一光ファイバ心線5 2と第二光ファイバ心線6 2とが積層された状態を示している。

【0065】そして、この実施の形態によれば、製造段階において第一光ファイバ素線整列治具5 5と第二光ファイバ素線整列治具6 5によりそれぞれ整列された際の光ファイバ素線の整列密度に較べ、完成された光ファイバアレイにおける光ファイバ素線の整列密度が倍になるため光ファイバ素線が高密度に整列された光ファイバアレイの製造が可能となり、また、その整列密度が目的とする密度の1/2の光ファイバ素線整列治具を用いて目的とする整列密度を有する光ファイバアレイを製造することができるため、その分、光ファイバ素線整列治具の加工作業が簡便化されて製造コストの低減も図れる利点を有する。

【0066】尚、この実施の形態においては、第一光ファイバ素線整列治具5 5と第二光ファイバ素線整列治具6 5を用いて第一光ファイバ素線の整列作業と第二光ファイバ素線の整列作業を同時に実行しているが、単一の光ファイバ素線整列治具を用いて第一光ファイバ素線5 1が固着された第一アレイ本体5 3と第二光ファイバ素線6 1が固着された第二アレイ本体6 3とを順次製造し、かつ、これ等をシリカゾル、樹脂材料等を介して一体化して製造してもよい。

【0067】

【実施例】以下、本発明の実施例について具体的に説明する。

【0068】【実施例1】まず、ガラス製アレイ本体202の平坦面上に紫外線硬化エポキシ樹脂(エポキシテクノロジ社製商品名エボテックOG146)を滴下した後、アレイ本体202を高速で回転させることにより余分な樹脂を吹き飛ばして厚さ1μmの接着層203を形成した(図23A参照)。尚、アレイ本体202の平坦面(すなわち接着層形成面)外縁は、図23(A)に示すように面取りされている。

【0069】次に、一面側に複数本の案内溝が形成されたセラミック製光ファイバ素線整列治具204の各案内溝内に光ファイバ素線201をそれぞれ配置し、整列させた(図23B参照)。V字形状の案内溝間隔は127

μm 、光ファイバ素線 201 の直径は $125 \mu\text{m}$ 、隣接する光ファイバ素線間の間隙は $2 \mu\text{m}$ とした。

【0070】次に、光ファイバ素線整列治具 204 の各案内溝内に光ファイバ素線 201 を配置したまま、図23(C)に示すようにアレイ本体 202 の接着層 203 形成面側を重ね合わせ、かつ、荷重を加えてアレイ本体 202 の平坦面(接着層形成面)と光ファイバ素線 201 の上端を密着させると、光ファイバ素線 201 と平坦面の接触部において接着層 203 の樹脂液面が光ファイバ素線 201 側面を伝わり光ファイバ素線 201 側面に樹脂液の裾が形成された。この樹脂液の裾形状は樹脂の硬化後に補強的な役割を果たす。すなわち、上述した仮固着補強部となる。この状態でアレイ本体 202 を透過させながら紫外線を照射し、上記接着層 203 を硬化させると、図23(D)に示すようにアレイ本体 202 の平坦面上に複数の光ファイバ素線 201 が仮固着された構造体が得られる。

【0071】次に、仮固着された光ファイバ素線 201 の外周面と光ファイバ素線 201 間から露出するアレイ本体 202 の平坦面を熱硬化性エポキシ樹脂(エポキシテクノロジ社製商品名エボテック353ND)にて薄く被覆しあつ熱硬化させて光ファイバ素線 201 を上記平坦面上に固着させた。

【0072】次に、上記構造体の光ファイバ素線 201 列側にガラス製の平坦部材 209 を配置し、かつ、アレイ本体 202 と平坦部材 209 間の隙間部に端面側から上記熱硬化性エポキシ樹脂(エポキシテクノロジ社製商品名エボテック353ND)を充填した後、荷重を加えつつ加熱処理を施し充填したエポキシ樹脂を硬化させてアレイ本体 202 と平坦部材 209 を一体化させた(図23E参照)。

【0073】最後に、端面を研磨平坦化することにより実施例1に係る中継器用光ファイバアレイ200を完成させた。

【0074】尚、この実施例においては紫外線硬化エポキシ樹脂であるエボテックOG146(エポキシテクノロジ社製商品名)と熱硬化性エポキシ樹脂であるエボテック353ND(エポキシテクノロジ社製商品名)が適用されているが、これ等以外に、例えば、エボテック301(エポキシテクノロジ社製商品名)、スリーボンド2280C(スリーボンド社製商品名)等の熱硬化性エポキシ樹脂、オプトマーKR-500(旭電化社製商品名)等の紫外線硬化エポキシ樹脂、スリーボンド3102(スリーボンド社製商品名)、オプトマーKS-800(旭電化社製商品名)等の紫外線および熱硬化併用のエポキシ樹脂、ロックタイト394(ロックタイト社製商品名)、オプトクレープM05(アデル社製商品名)、オクトクレープUT20(アデル社製商品名)等の紫外線硬化アクリル樹脂、紫外線硬化ポリイミド樹脂、熱硬化性アクリル樹脂、および、熱硬化性ポリイミ

ド樹脂等が適用できる。

【0075】また、上記紫外線硬化エポキシ樹脂と熱硬化性エポキシ樹脂内にガラス繊維若しくはガラス粉、カーボン繊維、鉱物粉等のフィラーを添加してもよい。

【0076】また、ガラス製のアレイ本体 202 並びに平坦部材 209 表面を、例えば粒径が $7 \mu\text{m}$ 程度の研磨粉を用い粗面処理(算術平均粗さ Ra が $0.5 \mu\text{m}$)して、紫外線硬化エポキシ樹脂と熱硬化性エポキシ樹脂等が強固に接着されるようにしてもよい。

【0077】[実施例2] 図4に示した排気用開口部が設けられた平坦部材 209 を適用している点と、上記紫外線硬化エポキシ樹脂と熱硬化性エポキシ樹脂に代えてシリカゾルを適用した点を除き実施例1と略同様にして光ファイバアレイを製造した。

【0078】ここで、上記シリカゾルとしては、オルタルキルシリケートに水や酸触媒を加えて加水分解し、脱水縮重合を進ませた重合物、あるいは既に4~5重量体まで加水分解縮重合を進ませた市販のアルキルシリケート溶液を、さらに加水分解と脱水縮重合を進行させた重合物等を利用することができる。尚、脱水縮重合が進行すると、溶液粘度が上昇して最終的には固化してしまうので、脱水縮重合の度合については、平坦部材等の上に塗布可能な上限粘度以下のところに調整する。

【0079】そして、この実施例において上記シリカゾルとしては、メチルシリケート51(コルコート社製商品名)を19.6重量部、エタノール57.8重量部、1%硝酸水溶液7.9重量部、純水14.7重量部を用いて、SiO₂(酸化ケイ素)固体分濃度が10重量%のものを調製し、かつ、これを半乾燥させて最終的にSiO₂固体分濃度が50重量%のものを得て適用している。

【0080】そして、実施例1と同様、光ファイバ素線の整列間隔が高精度に設定された光ファイバアレイを低成本で製造することができた。

【0081】[実施例3] タングステン製の光ファイバ素線整列治具を適用し、ガラス製アレイ本体 202 における平坦面の背面側に電極を配置すると共に、光ファイバ素線整列治具とこの電極間に 1500V の電圧を印加し、かつ、上記光ファイバ素線整列治具、電極、アレイ本体、光ファイバ素線を含む領域を窒素ガス雰囲気中、温度 800°C に保つ陽極接合法により光ファイバ素線を上記平坦面に仮固着させている点を除き実施例1と略同様にして光ファイバアレイを製造した。

【0082】そして、実施例1と同様、光ファイバ素線の整列間隔が高精度に設定された光ファイバアレイを低成本で製造することができた。

【0083】[実施例4] この実施例においてはアレイ本体 302 が第一アレイ本体 321 と第二アレイ本体 322 とで構成されている。

【0084】まず、幅寸法 α が 5mm 、長さ寸法 β が 1

0 mm (図10参照) のガラス製第一アレイ本体321の平坦面上に紫外線硬化エポキシ樹脂(エポキシテクノロジイ社製商品名エボテックOG146)を滴下した後、ガラス製第一アレイ本体321を高速で回転させることにより余分な樹脂を吹き飛ばして厚さ1 μmの接着層303を形成した(図24A参照)。尚、第一アレイ本体321と第二アレイ本体322の平坦面(すなわち接着層形成面)外縁は、図24(A)と図24(D)に示すように面取りされている。

【0085】次に、一面側に複数本の案内溝が形成された幅寸法Wが8 mm、長さ寸法しが3 mm(図10参照)のセラミック製光ファイバ素線整列治具304の各案内溝内に光ファイバ素線301をそれぞれ配置し、整列させた(図24B参照)。V字形状の案内溝間隔は254 μm、光ファイバ素線301の直径は125 μm、隣接する光ファイバ素線間の間隙は129 μmとした。

【0086】次に、セラミック製光ファイバ素線整列治具304の各案内溝内に光ファイバ素線301を配置したまま、図24(C)に示すように第一アレイ本体321の接着層303形成面側を重ね合わせ、かつ、荷重を加えて第一アレイ本体321の平坦面(接着層形成面)と光ファイバ素線301の上端を密着させると、光ファイバ素線301と平坦面の接触部において接着層303の樹脂液面が光ファイバ素線301側面を伝わり光ファイバ素線301側面に樹脂液の裾が形成された。この樹脂液の裾形状は樹脂の硬化後に補強的な役割を果たす。すなわち、上述した仮固着補強部となる。この状態で第一アレイ本体321を透過させながら紫外線を照射し、上記接着層303を硬化させると、第一アレイ本体321の平坦面上に複数の光ファイバ素線301が仮固着された構造体が得られる。

【0087】次に、仮固着された光ファイバ素線301の外周面と光ファイバ素線301間から露出する第一アレイ本体321の平坦面を熱硬化性エポキシ樹脂(エポキシテクノロジイ社製商品名エボテック353ND)にて薄く被覆しつつ熱硬化させて光ファイバ素線301を上記平坦面上に固着させた。

【0088】また、同様の手順により第二アレイ本体322の平坦面上に複数の光ファイバ素線301が固着されたもう一つの構造体を作製した後、図24(D)に示すように2枚の構造体をその固着された光ファイバ素線列側を対面配置で組み合わせる。尚、2枚の構造体における水平位置合せは、各々の側面を共通の平面に突き当ててその位置決めがなされている。また、各構造体の光ファイバが対面配置で組み合わされた際、一方の構造体上における光ファイバ素線が他方の構造体上における光ファイバ素線の間隔の丁度中心にそれぞれ配置されるよう、仮固着時における各構造体上の光ファイバ素線の位置が予め調節されている。

【0089】そして、組み合わされた第一アレイ本体3

21と第二アレイ本体322間の隙間部に端面側から熱硬化性エポキシ樹脂(エポキシテクノロジイ社製商品名エボテック353ND)を充填した後、荷重を加えつつ加熱処理を施し充填したエポキシ樹脂を硬化させて第一アレイ本体321と第二アレイ本体322とを一体化させた(図24E参照)。

【0090】最後に、端面を研磨平坦化することにより実施例4に係る光ファイバアレイ300を完成させた。

【0091】ここで、実施例1と実施例4に係る光ファイバアレイの製造方法を比較した場合、図23(B)と図24(B)から明らかなように実施例4においてはV字形状の案内溝間隔が254 μmと実施例1における127 μmより粗い間隔でも、得られる光ファイバアレイの整列密度が実施例1の整列密度と略同一に設定できるため、その分、加工作業が簡便化されて光ファイバ素線整列治具304の製造コストを若干低減できると共に、光ファイバ素線整列治具304の機械的強度も若干上がるため繰り返し利用耐性も向上する利点を有している。

【0092】

【発明の効果】請求項1～3記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法によれば、光ファイバ素線整列治具とアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材とで挟持された部位の光ファイバ素線が光ファイバアレイに組込まれることになるため光ファイバ素線の整列間隔を高い精度で設定することが可能となる効果を有する。

【0093】また、アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に仮固着された各光ファイバ素線の外周面と光ファイバ素線間から露出するアレイ本体の平坦面若しくは平坦部材を未硬化の材料にて被覆しつつこの材料を硬化させて各光ファイバ素線を上記アレイ本体の平坦面若しくは平坦部材上に固着させているため、その後の処理において固着された光ファイバ素線の整列位置が変動しない効果を有する。

【0094】更に、上記光ファイバ素線整列治具は構成部材として光ファイバアレイに組込まれず反復使用に供されるため、その分、光ファイバアレイにおける製造コストの大幅な低減を図ることが可能となる効果を有する。

【0095】特に、請求項3記載の発明に係る光ファイバアレイの製造方法によれば、製造段階において第一光ファイバ素線整列治具と第二光ファイバ素線整列治具によりそれぞれ整列された際の第一光ファイバ素線および第二光ファイバ素線の整列密度に較べ、完成された光ファイバアレイにおける光ファイバ素線の整列密度が倍になるため光ファイバ素線がより高密度に整列された光ファイバアレイの製造が可能となり、また、その整列密度が目的とする密度の1/2の光ファイバ素線整列治具を用いて目的とする整列密度を有する光ファイバアレイを製造することができるため、その分、光ファイバ素線整列治具の加工作業が簡便化されて製造コストの低減も図

れる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材の概略斜視図。

【図2】第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図3】第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図4】第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図5】第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図6】第一実施の形態における変形例に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図7】図7(A)～(C)は第一実施の形態における変形例に係る中継器用光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図8】第二実施の形態に係る光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材の概略斜視図。

【図9】第二実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図10】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製造方法に使用する装置と各種構成部材の概略斜視図。

【図11】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図12】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す概略斜視図。

【図13】図13(A)～(C)は第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図14】図14(A)～(B)は第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図15】図15(A)～(B)は第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図16】図16(A)～(B)は第一実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図17】図17(A)～(B)は第一実施の形態における変形例に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図18】図18(A)～(B)は第一実施の形態における変形例に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図19】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製

造工程を示す説明図。

【図20】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図21】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図22】第三実施の形態に係る光ファイバアレイの構成部材である第一アレイ本体53と第二アレイ本体63の図示を省略して第一光ファイバ心線52と第二光ファイバ心線62とが積層された状態を示す一部省略斜視図。

【図23】図23(A)～(E)は実施例1に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図24】図24(A)～(E)は実施例4に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

【図25】図25(A)は従来例に係るV溝部材の概略斜視図、図25(B)はV溝部材が構成部材として組み込まれた従来の光ファイバアレイの分解斜視図、図25(C)は従来の光ファイバアレイの概略斜視図。

【図26】従来例に係るキャビラリ部材の概略斜視図。

【図27】V溝部材やキャビラリ部材に代えて、断面略L字形状の2枚の板状部材を用いて光ファイバを拘束させる従来の方法を示す説明図。

【図28】図28(A)～(C)は光ファイバ素線案内部材が組込まれない従来例に係る光ファイバアレイの製造工程を示す説明図。

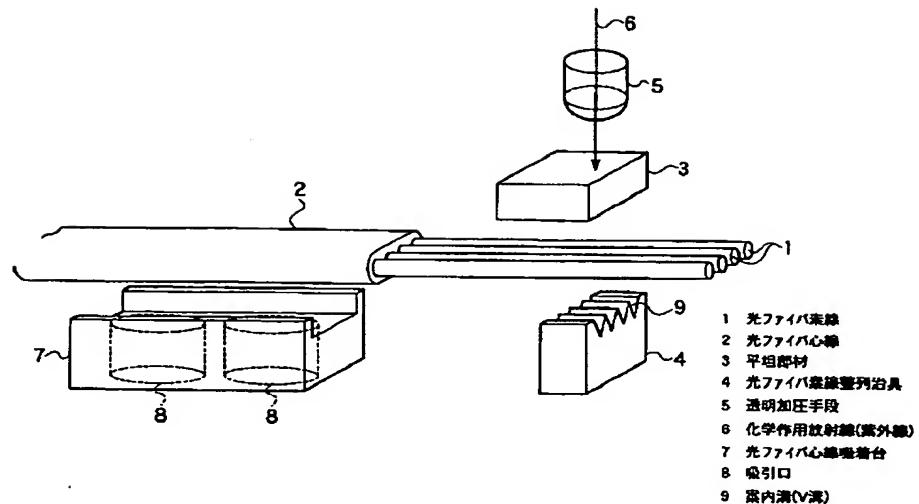
【図29】光ファイバ素線案内部材が組込まれない従来例に係る光ファイバアレイの製造方法に使用される光ファイバ素線整列台の概略斜視図。

【図30】光ファイバ素線案内部材が組まれない従来例に係る光ファイバアレイの製造方法に使用される上板と下板の概略斜視図。

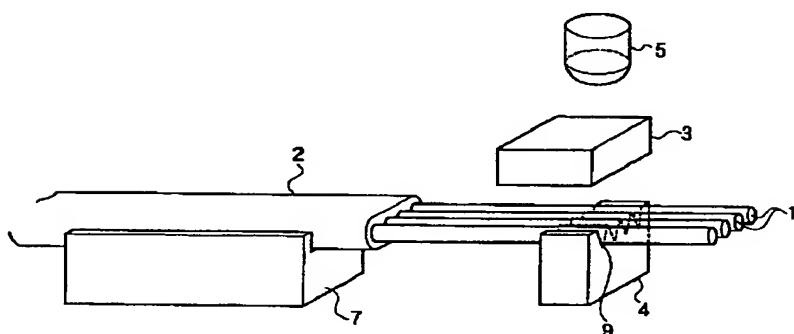
【符号の説明】

- 1 光ファイバ素線
- 2 光ファイバ心線
- 3 平坦部材
- 4 光ファイバ素線整列治具
- 5 透明加圧手段
- 6 化学作用放射線(紫外線)
- 7 光ファイバ心線吸着台
- 8 吸引口
- 9 案内溝(V溝)

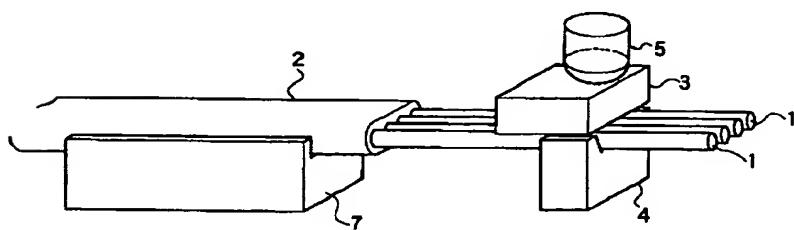
【図1】



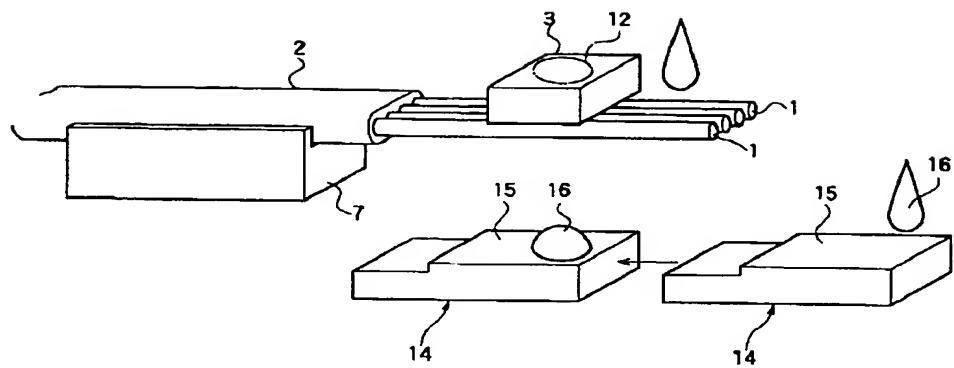
【図2】



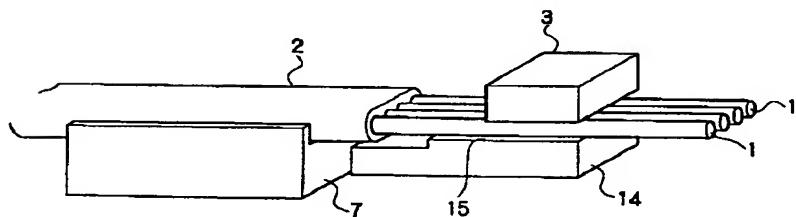
【図3】



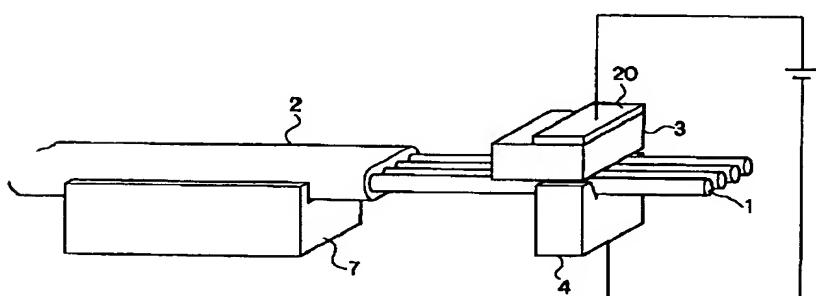
【図4】



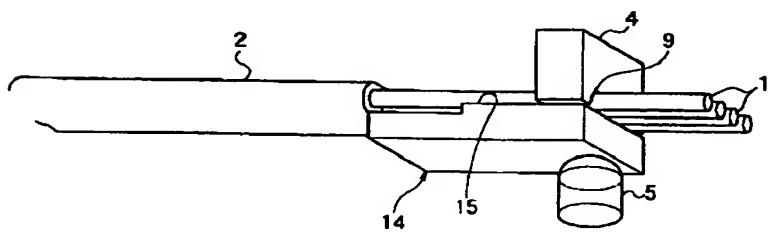
【図5】



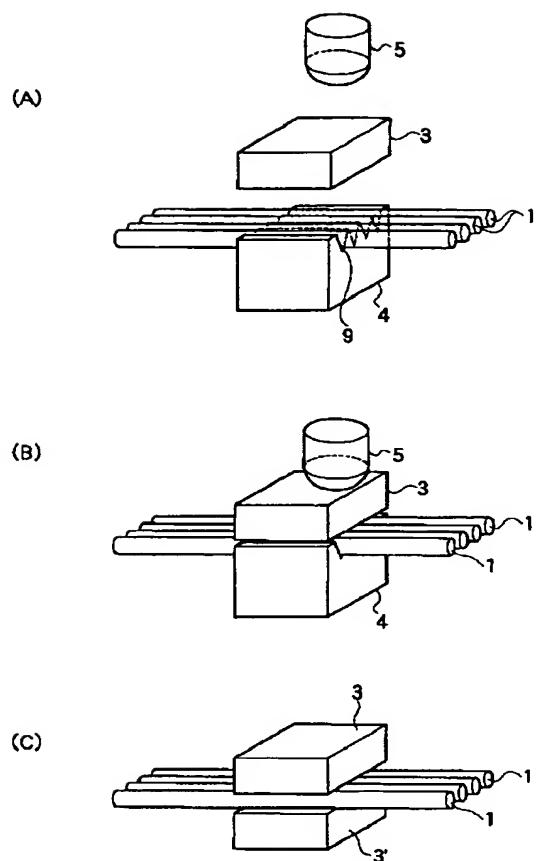
【図6】



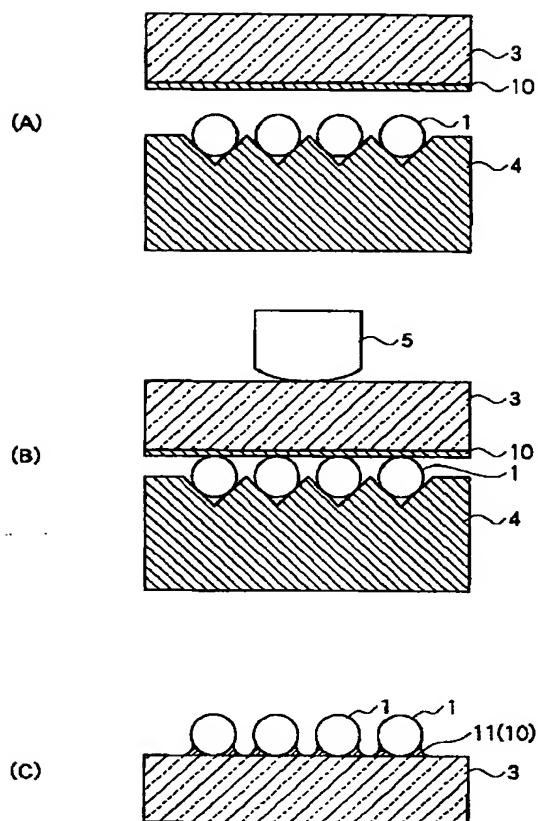
【図9】



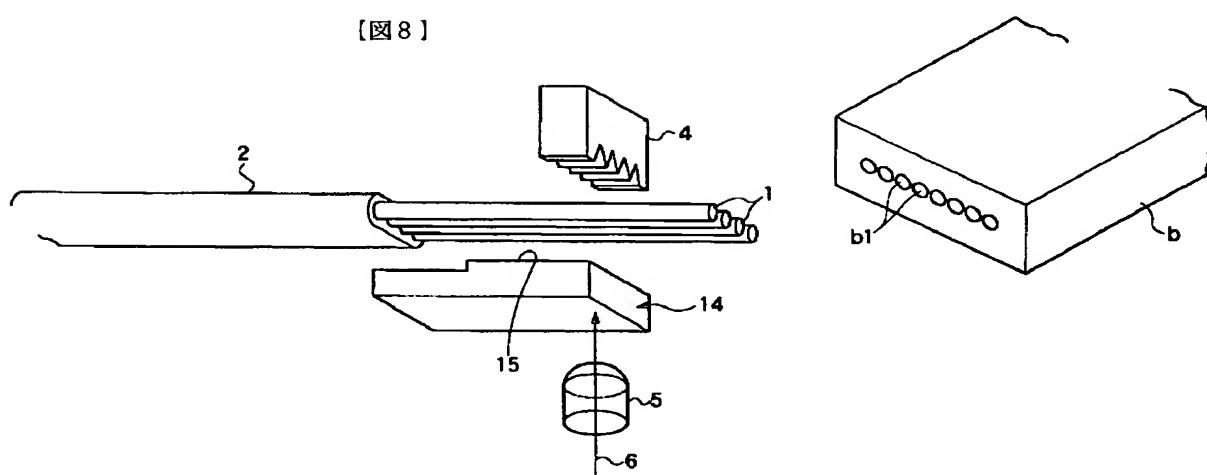
【図7】



【図13】

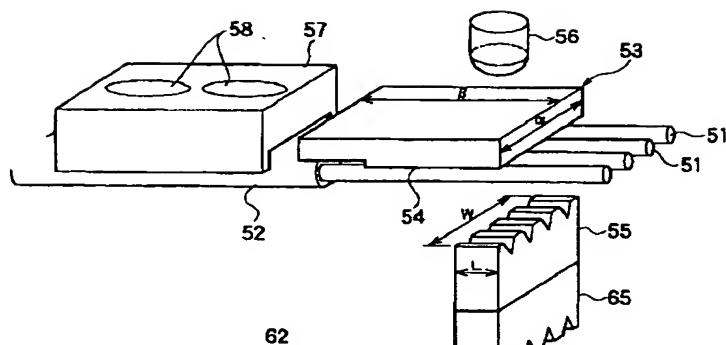


【図8】

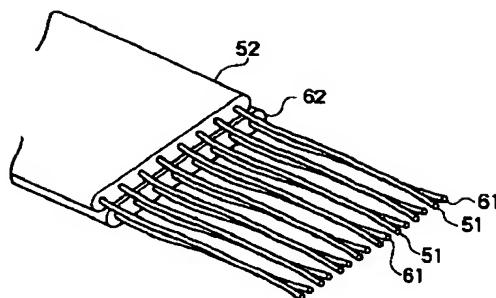


【図26】

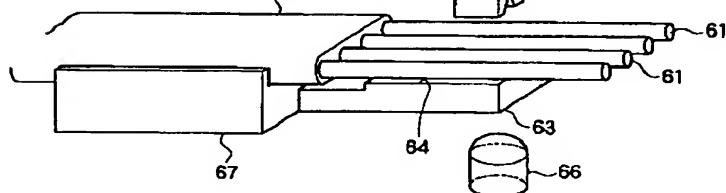
【図10】



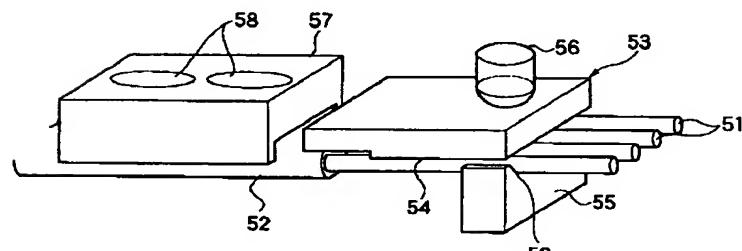
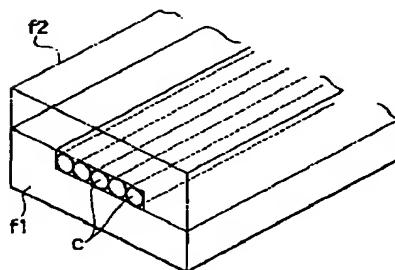
【図22】



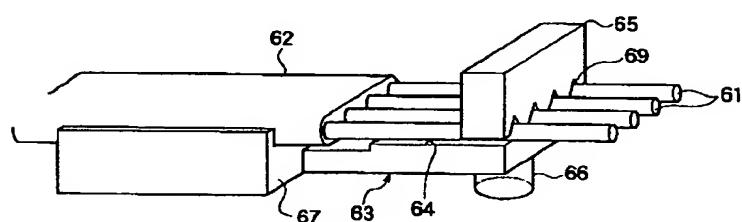
【図27】



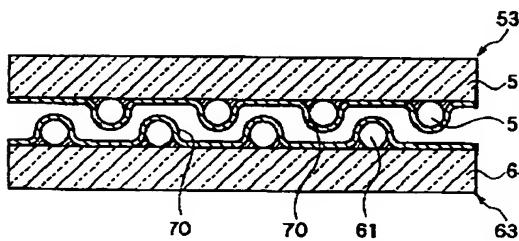
【図11】



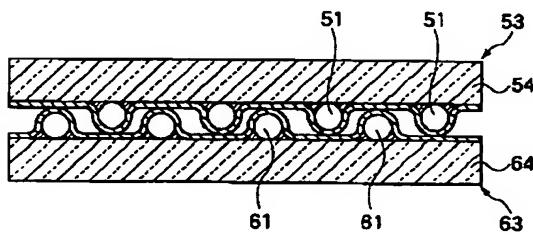
【図29】



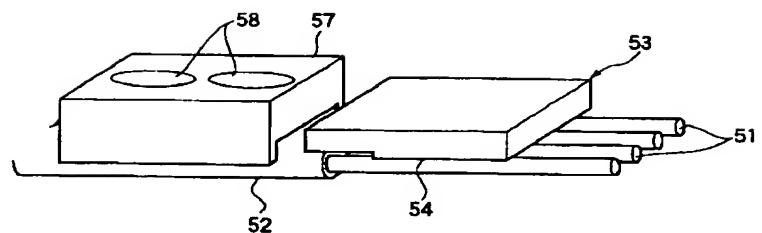
【図19】



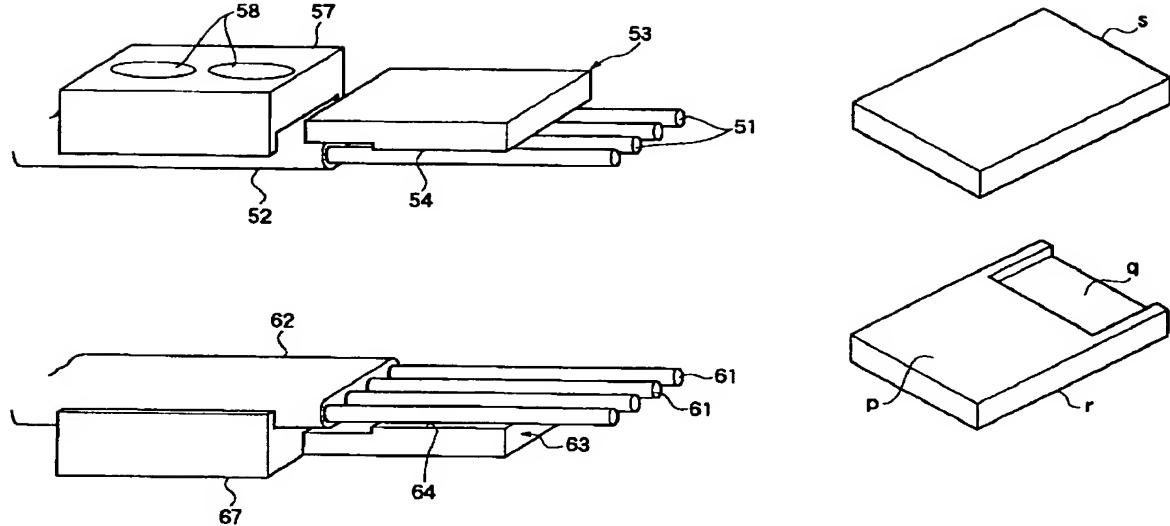
【図20】



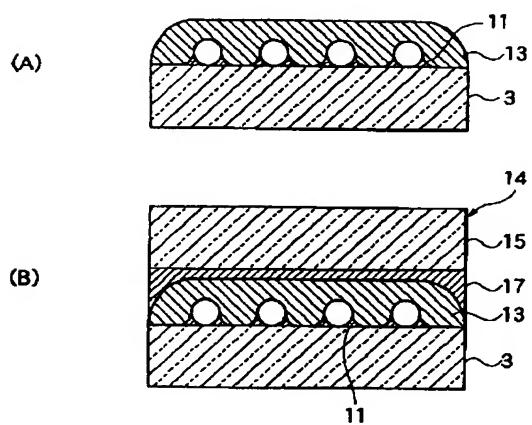
【図12】



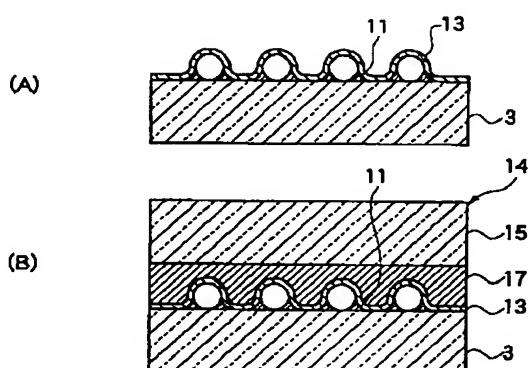
【図30】



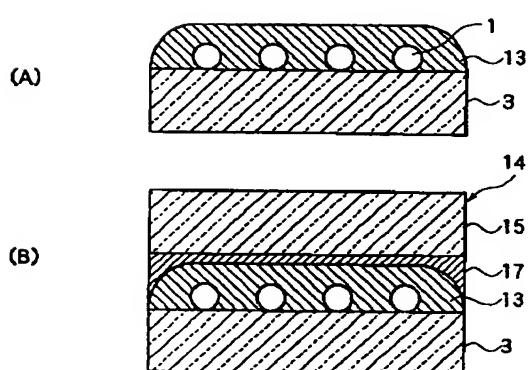
【図14】



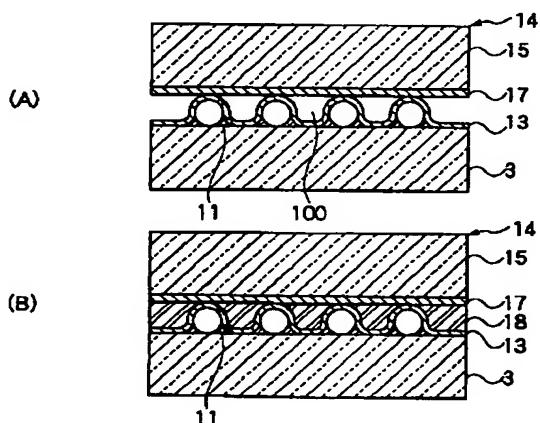
【図15】



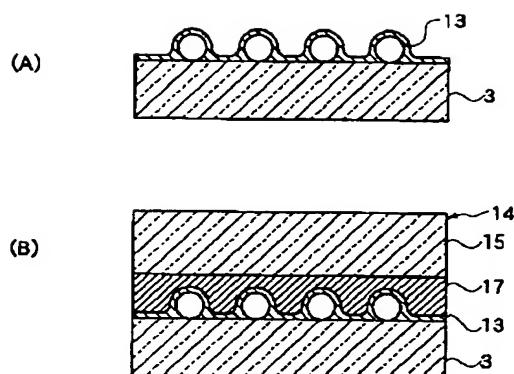
【図17】



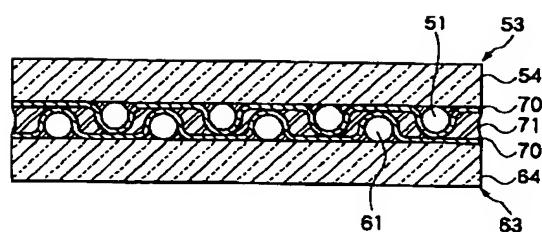
【図16】



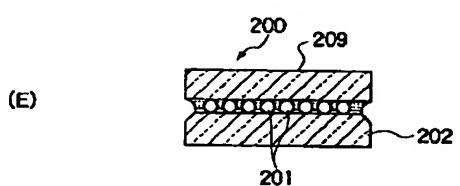
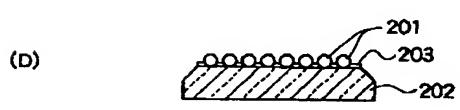
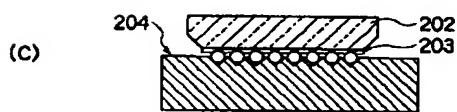
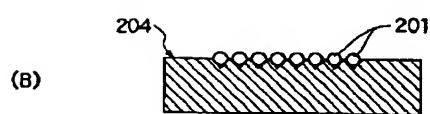
【図18】



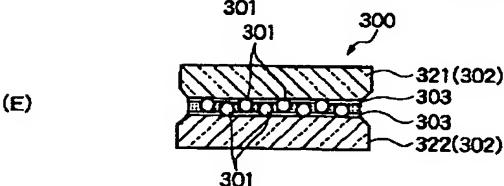
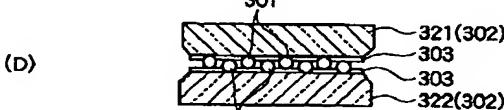
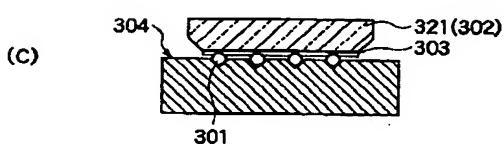
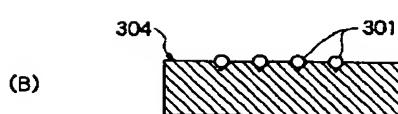
【図21】



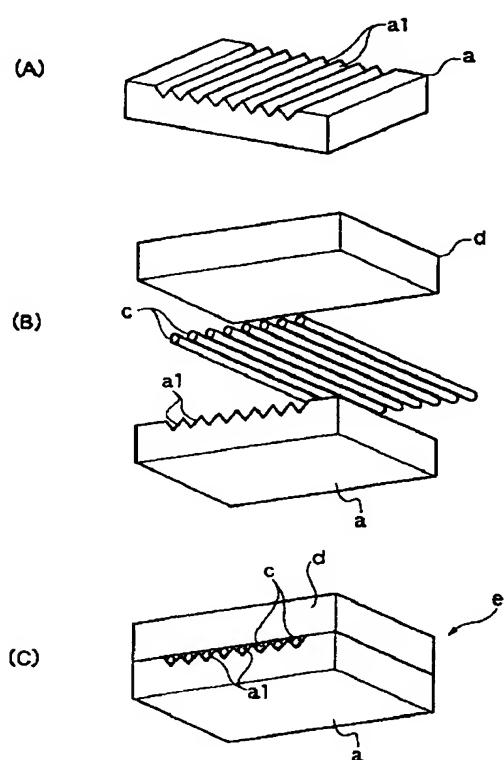
【図23】



【図24】



【図25】



【図28】

